

ISSN 0370-0291, UDC 63



ACS

CROATIA

**AGRICULTURAE
CONSPECTUS
SCIENTIFICUS**

**POLJOPRIVREDNA
ZNANSTVENA
SMOTRA**

VOLUMEN 63 BROJ 4 1998

<http://www.agr.hr/smotra/>

Relationships of Sensory Factors of Quality and Chemical Composition of Flue-cured Tobacco Produced in Croatia

J. BELJO ¹
S. DELAČ ²
N. VULETIĆ ¹

SUMMARY

The investigation of the relationships of certain visual and chemical quality parameters of flue-cured tobacco produced in Croatia was carried out. The content of nicotine, total N, proteins and mineral components was analysed in different tobacco grades collected at the entire Croatian producing area. The content of the analysed components was investigated in correlation with tobacco visual quality parameters - five leaf groups, four colours and five qualities. The obtained results have shown strong correlations between the visual and chemical traits of tobacco quality. It was evident that the nicotine content was mostly related to the leaf position and the change of colour. The content of nitrogen and proteins is changing mainly with the change of colour and quality, respectively, and those components were somewhat less related to the plant position. The sugar level is connected mostly to the quality of leaf. The content of sugars is drastically reduced with the lowering of tobacco quality. A significant positive correlation of sugars with relative index value and visual leaf quality, respectively, was found, with correlation coefficient $r = 0.839$. On the other side, the relative index value had a significant and negative correlation coefficient with the content of nitrogen substances, $r = -0.867$. The research results have shown that the nicotine and ash had also some negative effects to the quality of the tobacco.

KEY WORDS

tobacco, flue-cured, quality, chemical composition, correlation

¹ Tobacco Institute Zagreb
Planinska 1, 10000 Zagreb, Croatia
e-mail: duhaninst-zg@zg.tel.hr

² Tobacco factory Zagreb
Jagićeva bb, 10000 Zagreb, Croatia

Received: May 23, 1998

Odnos osjetilnih činitelja kvalitete i kemijskog sastava flue-cured duhana proizvedenog u Hrvatskoj

J. BELJO ¹

S. DELAČ ²

N. VULETIĆ ¹

SAŽETAK

Ispitivan je odnos nekih osjetilnih i kemijskih parametara kvalitete flue-cured duhana proizvedenog u Hrvatskoj. Kod različitih kvalitetnih skupina uzetih sa cjelokupnog proizvodnog područja u Hrvatskoj, analiziran je sadržaj nikotina, ukupnog N, bjelančevina, topivih šećera i mineralnih sastojaka. Sadržaj analiziranih komponenata proučavan je u korelaciji s elementima vizualne kvalitete tkiva. Dobiveni rezultati pokazali su da postoji visok stupanj korelacije između vizualnih i kemijskih parametara kvalitete duhana. Utvrđeno je da je sadržaj nikotina vezan najviše za položaj lista na stabljici, te za promjenu boje. Sadržaj dušika i bjelančevina mijenja se najviše s promjenom boje i promjenom kvalitete tkiva, a nešto je manje vezan za inserciju. Razina šećera vezana je najviše uz kvalitetu tkiva lista, a s pogoršanjem kvalitete veoma značajno opada sadržaj šećera. Nađena je značajna i pozitivna korelacija sadržaja šećera s indeksom relativne vrijednosti i vizualnom kvalitetom duhana, uz koeficijent korelacije $r = 0.839$. S druge strane, indeks relativne vrijednosti imao je značajan negativan koeficijent korelacije sa sadržajem dušičnih supstanci, $r = -0.867$. Rezultati istraživanja pokazuju da nikotin i pepeo također u izvjesnoj mjeri imaju negativan utjecaj na kvalitetu duhana..

KLJUČNE RIJEČI

duhan, flue-cured, kvaliteta, kemijski sastav, korelacije

¹ Duhanski institut Zagreb
Planinska 1, 10000 Zagreb, Hrvatska
e-mail: duhaninst-zg@zg.tel.hr

² Tvornica duhana Zagreb
Jagićeva bb, 10000 Zagreb Hrvatska
Primljeno: 23. svibnja 1998.

UVOD

Kvalitetu duhana veoma je teško precizno definirati. S jedne strane to je kompleksno svojstvo ovisno o brojnim činiteljima, a s druge strane ovisi o stajalištu s kojeg se polazi u ocjeni kvalitete. Može se govoriti o vizualnoj i osjetilnoj ili organoleptičkoj kvaliteti duhanske sirovine, o kvaliteti s kemijskog stajališta i o pušačkoj kvaliteti. Tso (1972) ističe da se mnoga bitna kemijska i fizička svojstva koriste u ocjeni kvalitete flue-cured duhana, a mogu se svrstati u tri skupine kriterija: vidljivi i opipljivi, fizički, te kemijski.

Većina ovih svojstava su u međusobnoj korelaciji. Promjena jednog parametra najčešće povlači u većem ili manjem obujmu promjene nekog drugog parametra. Povezanost kemijskog sastava duhana i njegova vanjskog izgleda, kao i nekih fizičkih svojstava, već dugo vremena je predmet brojnih istraživanja, kako kod flue-cured tako i kod drugih tipova duhana (Elliot i Birch 1958; Tso 1972; Court et al. 1984; Srivastava et al. 1986; Bridges et al. 1993;). U ovim i idrugim istraživanjima utvrđene su značajne indikacije za međusobnu povezanost ovih parametara.

Kemijski sastav duhana i odnos pojedinih kemijskih sastojaka, u najvećoj mjeri određuje upotrebnu vrijednost duhana i njegova pušačka svojstva. Cilj našeg istraživanja bio je ispitati međusobne odnose nekih kemijskih komponenata koje utječu na kvalitetu pušenja, s vizualnim i drugim osjetilnim pokazateljima kvalitete flue-cured duhana uzgojenog na području Hrvatske.

MATERIJAL I METODE

U Republici Hrvatskoj u tijeku je izrada novog sustava procjene flue-cured duhana koji se temelji na tri pokazatelja - položaju lista na stabljici, boji suhog duhana, te fizičkim osobinama tkiva lista. Kao materijal za istraživanje u ovom radu poslužili su uzorci duhana različitih kvalitetnih skupina iz novog sustava procjene virdžinijskog duhana. U radu smo koristili prvu verziju sustava procjene koja se temelji na pet berbi, četiri boje i pet stupnjeva kvalitete tkiva. Kombinacijom ovih elemenata dobije se oko šesdeset mogućih kvalitetnih skupina.

Prilikom probne procjene duhana po novom sustavu uzimali smo od tih kvalitetnih skupina uzorke duhana za kemijske analize iz sva četiri poduzeća za otkup i

obradu duhana. Na taj način uzeti uzorci i provedene analize predstavljaju prosjek proizvodnje duhana u Hrvatskoj.

Od izabраниh uzoraka određen je sadržaj nikotina, ukupnog N, bjelančevina, šećera, sirovog pepela, te kalcija, magnezija i kalija. Analize su provedene prema standardima Coresta i AOAC metodama. Sadržaj analiziranih komponenata uspoređen je s pokazateljima vizualne kvalitete - berbom, bojom i osobinama tkiva. Rezultati ispitivanja izraženi su kao postotni sadržaji tih komponenata za pojedine elemente kvalitete i korelacijske vrijednosti između tih elemenata. Koeficijenti korelacije obračunati su programom Kaleidagraph (1991).

REZULTATI I RASPRAVA

Razina pojedinih kemijskih komponenata u duhanskom listu povezana je s brojnim činiteljima, od genetske konstitucije biljke, preko uzgoja i sušenja do obrade i skladištenja. U ovom radu istražili smo međusobnu povezanost važnijih kemijskih komponenata s vizualnim, odnosno fizičkim pokazateljima kvalitete suhog duhana, kao što su položaj lista na stabljici, boja suhog lista i svojstva tkiva. Također smo odredili korelacije između sadržaja ovih komponenata i ukupne kvalitete duhana izražene kroz odgovarajuću klasu, odnosno kvalitetnu skupinu.

Nikotin

Nikotin kao najvažnija komponenta kemijskog kompleksa duhana vjerojatno je više od ostalih pod utjecajem nasljedne osnove biljke (Bowman et al. 1991). Međutim, pod utjecajem uvjeta okoline i načina uzgoja, nikotin može varirati u širokim granicama (Terrill et al. 1985; Tso 1990; Beljo et al. 1995). U našem istraživanju sadržaj nikotina varirao je u granicama od 0.45 do 3.27, ovisno o uzorku. Svaki od navedenih parametara imao je određen utjecaj na sadržaj nikotina. Nikotin raste od baze prema vrhu stabljike i dok je prosječan sadržaj nikotina kod podbira iznosio 1.16%, kod vršnog lista iznosio je 1.85%.

Najviše nikotina imali su duhani tamnih nijansi u čemu su prednjačili duhani smeđe boje, a to su sve nijanse boja osim limunaste, narančaste i zelene. Najmanje

Tablica 1. Kemijski sastav duhana prema položaju lista na stabljici
Table 1. Chemical composition of cured tobacco according to plant position

Berba* Group	Nikotin Nicotine %	Ukup.N Total N %	Šećeri Sugars %	Bjelanč Proteins. %	Pepeo Ash %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Uk.N/Nik Tot.N/Nic	Šećer./Nik Sugars/Nic
P	1.16	1.66	11.96	5.05	20.51	4.25	0.94	2.25	1.43	10.31
D	1.27	1.90	11.49	5.58	16.73	4.32	0.91	2.24	1.50	9.04
S	1.67	1.85	15.52	5.73	14.38	3.91	0.67	2.44	1.11	9.29
G	1.83	1.89	15.26	5.97	12.90	3.86	0.66	2.68	1.03	8.34
V	1.86	1.95	15.00	6.38	12.86	3.75	0.67	2.73	1.68	12.93

* **P**: podbir-primings, **D**: natpodbir-lugs, **S**: donji i pravi srednji list-middle leaf,

G: gornji srednji list i podovršak-upper leaf, **V**: vršno lišće-tips

Tablica 2. Kemijski sastav duhana prema boji suhog lista
Table 2. Chemical composition of tobacco according to cured leaf colour

Boja* Colour	Nikotin Nicotine %	Ukupni N Total N %	Šećeri Sugars %	Bjelanč. Proteins %	Pepeo Ash %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Uk.N/Nik Tot.N/Nic	Šeć./Nik. Sugars/Ni
L	1.26	1.60	16.16	5.18	14.84	3.96	0.68	1.29	1.27	12.82
N	1.64	1.82	17.79	5.66	12.26	3.75	0.68	2.72	1.11	10.85
S	1.88	2.07	10.86	6.07	15.35	4.66	0.84	2.52	1.10	5.78
Z	1.56	2.10	10.65	6.73	14.51	4.13	0.69	2.35	1.35	6.82

* L: limunasta-lemon, N: narančasta-orange, S: smeđa-dark, Z: zelenkasta ili zelena-greenish or green

Tablica 3. Kemijski sastav duhana prema stupnju kvalitete tkiva
Table 3. Chemical composition of tobacco according to qualities

Stupanj kvalitete Quality	Nikotin Nicotine %	Ukupni N Total N %	Šećeri Sugars %	Bjelanč. Proteins %	Pepeo Ash %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Uk.N/Nik Tot.N/Nic	Šeć./Nik. Sugars/Nic
1	1.42	1.53	20.78	4.87	12.31	3.43	0.53	2.66	1.08	14.63
2	1.43	1.62	18.17	5.17	13.64	3.81	0.65	2.53	1.14	12.70
3	1.62	1.78	15.04	5.40	14.26	3.90	0.60	2.52	1.09	9.28
4	1.58	2.29	12.43	6.10	14.62	4.15	0.75	2.41	1.45	7.87
5	2.17	2.38	8.54	6.78	15.27	4.93	0.94	2.35	1.10	3.94

nikotina imali su duhani limunaste boje, a to je dijelom opet povezano s položajem lista na stabljici. Naime, duhani limunaste boje su uglavnom s donjeg dijela stabljike, a ako se radi o duhanima s gornjeg dijela stabljike, onda su to prazni i neishranjeni duhani.

Velike su razlike u sadržaju nikotina između različitih stupnjeva kvalitete tkiva. Nema veće razlike između duhana prvog i drugog stupnja kvalitete, jer se radi o duhanima slične boje, ali je velika razlika s duhanima nižeg stupnja kvalitete, grubim i nesadržajnim. To su ujedno duhani tamnih nijansi koji uz lošu kvalitetu imaju i nepovoljan kemijski sastav.

Nije nađena nikakva povezanost sadržaja nornikotina i pokazatelja kvalitete. Naime, kod većine uzoraka sadržaj nornikotina bio je veoma nizak do zanemariv, a jedino je nešto viša razina zabilježena kod nekih uzoraka crvene i smeđe boje, ali ne kod svih. Najvjerojatnije je viši sadržaj nornikotina u tim uzorcima bio posljedica nepravilno vođenog tijeka sušenja koji nije odgovarao tim duhanima.

Dušični spojevi

Dušični spojevi spadaju u skupinu tvari koje su povezane s negativnim utjecajem na kvalitetu duhana i pušenja (Fawky 1970; Tso 1972), a njihov sadržaj ovisan je uglavnom o vanjskim činiteljima.

Ukupni dušik kao najbolji pokazatelj količine dušičnih tvari u suhom duhanu, rastao je u našem istraživanju blago od baze prema vrhu stabljike. Međutim, znatno veći utjecaj na sadržaj ukupnog dušika imali su drugi elementi kvalitete - boja i osobine tkiva. Najniži sadržaj ukupnog dušika nađen je u duhanu limunaste boje, nešto viši kod duhana narančaste boje, a najviše je

ukupnog dušika imao duhan zelene boje. Najveća promjena ukupnog dušika zabilježena je kod različitih stupnjeva kvalitete tkiva, a s pogoršanjem kvalitete tkiva jako raste i sadržaj ukupnog dušika.

Slično promjenama ukupnog dušika kretao se i sadržaj bjelančevina s promjenom pojedinih parametara kvalitete. Sadržaj bjelančevina rastao je od baze prema vrhu stabljike, a vršno lišće imalo je za oko 25% više bjelančevina od donjeg.

Duhan sa zelenkastim nijansama boje imao je znatno više bjelančevina od duhana limunaste i narančaste boje, a posebno velike razlike u sadržaju nađene su kod različitih stupnjeva kvalitete tkiva. Najlošije ocijenjen duhan imao je u prosjeku 6.78% bjelančevina, ili za 40% više nego duhan prve kvalitete tkiva (tablica 3). Inače sadržaj bjelančevina kod ispitivanih uzoraka kretao se između 3.75 i 8.87%.

Šećeri

Šećeri su tvari za koje se smatra da djeluju pozitivno na kvalitetu pušenja, ali samo do izvjesne granice. Naime, kako god za kvalitetu pušenja flue-cured duhana nije poželjan nizak sadržaj šećera, tako isto previsok sadržaj ove komponente umanjuje pušačku vrijednost duhana. U našim uzorcima sadržaj šećera varirao je od 4.94% kod nekih najlošijih duhana do 28.39% kod nekih svijetlih duhana. Tako visok sadržaj šećera nepovoljno djeluje na sagorljivost duhana, a s druge strane maskira u izvjesnoj mjeri ostala pozitivna svojstva sirovine.

Pokazalo se da sadržajni duhani gornjih listova imaju viši sadržaj šećera od praznijih duhana donjih berbi gdje ima više celuloznog materijala. Srednji list ima najviši sadržaj šećera (tablica 1).

Tablica 4. Korelacijski koeficijenti između pojedinih svojstava
Table 4. Correlation coefficients between certain traits

Svojstvo Trait	Indeks RV Index RV	Nikotin Nicotine	Ukupni N Total N	Bjelanč. Proteins	Šećeri Sugars	Pepeo Ash	Uk.N/Nik. Tot. N/Nic.	Šećeri/Nik Sugars/Nic
Indeks RV-Index RV	1.000	-0.278	-0.761	-0.867	0.839	-0.363	-0.288	0.657
Nikotin-Nicotine	-0.278	1.000	0.412	0.379	-0.227	0.088	-0.615	-0.687
Ukupni N-Total N	-0.761	0.412	1.000	0.772	-0.653	0.166	0.081	-0.645
Bjelančevine-Proteins	-0.867	0.379	-0.653	1.000	-0.671	0.119	0.175	-0.689
Šećeri-Sugars	0.839	-0.227	0.166	-0.671	1.000	-0.568	-0.201	0.723
Pepeo-Ash	-0.363	0.088	0.320	0.119	-0.568	1.000	0.130	-0.290
Uk.N/Nik.-Tot.N/Nic.	-0.288	-0.615	0.081	0.175	-0.201	0.130	1.000	----
Šećeri/Nik.-Sugars/Nic.	0.657	-0.687	-0.645	-0.689	0.723	-0.290	---	1.000

Očite razlike u sadržaju šećera nađene su kod različitih boja duhana. Duhani svijetlih nijansi imali su više šećera od duhana tamnih nijansi, a najviše šećera imali su duhani narančaste boje. Najmanje šećera nađeno je u duhanima zelenkastih nijansi (tablica 2).

Sadržaj šećera bio je najviše povezan s kvalitetom tkiva, pa tako duhani prvog stupnja kvalitete imaju u prosjeku za više od dva puta šećera od duhana petog stupnja, odnosno 20.78% prema 8.54% (tablica 3).

Mineralne tvari

Sadržaj sirovog pepela kao ukupna količina mineralnih tvari, u našem istraživanju bio je u suglasju s nekim ranijim istraživanjima (Tso 1972). Sadržaj pepela opadao je od baze prema vrhu stabljike.

Najviše sirovog pepela bilo je kod duhana smeđe boje. Duhani limunaste boje imali su nešto niži sadržaj od duhana zelenkastih nijansi. Promjene u sadržaju pepela nastaju i kod različitih stupnjeva kvalitete tkiva. S pogoršanjem kvalitete raste i sadržaj pepela, premda taj rast nije tako radikalno kao kod nekih drugih kemijskih supstanci.

Analizirali smo također K_2O , CaO i MgO . U različitim uzorcima ove tvari varirale su u širokim omjerima: K_2O od 1.45 do 4.24%, MgO od 0.27 do 1.87%, te CaO od 2.26 do 6.82%. Zabilježili smo da kalcij opada od baze prema vrhu stabljike, raste s pogoršanjem kvalitete, i više ga ima u duhanima tamnih nijansi boje. Sadržaj kalija bio je u obrnutoj korelaciji s kalcijem. Razina ovog elementa bila je najviša kod duhana narančaste boje, raste od baze prema vrhu stabljike i opada s pogoršanjem kvalitete tkiva. Iz toga proizilazi da je sadržaj kalija bio u pozitivnoj korelaciji s kvalitetom duhana. Sadržaj magnezija kretao se po sličnim načelima kao i sadržaj kalcija.

Indeksi kvalitete

Iz međusobnog odnosa sadržaja ukupnog dušika i nikotina izračunali smo odnos ukupni N/nikotin i šećer/nikotin kao pokazatelje kvalitete flue-cured duhana. Prema dosadašnjim saznanjima najpovoljniji odnos ukupnog dušika i nikotina je 0.7 - 1.0, što označava sadržajne i pušački zaokružene flue-cured duhane. Iz rezultata koje smo mi dobili vidi se da duhani

proizvedeni u Hrvatskoj imaju odnos ukupnog dušika s nikotinom iznad 1.0, te pripadaju kategoriji duhana filer tipa.

Odnos šećera i nikotina kod kvalitetnih, sadržajnih i aromatičnih flue-cured duhana kreće se u rasponu od 6.0-9.0. Ako je odnos niži radi se o grubim i nesadržajnim ili prenikotinoznim duhanima, jakim i oporim u pušenju, a ako je odnos viši onda su to obično prazni duhani i lagani u pušenju. U našim analizama pokazalo se da samo duhani narančaste boje, te srednjih i gornjih berbi imaju uravnotežen odnos ukupnog dušika i nikotina, te šećera i nikotina.

Utvrđeno je da se s višim položajem lista na stabljici ovi indeksi smanjuju, što govori o povećanju sadržajnosti i vjerojatno arome u pušenju. Duhani zelene i zelenkaste boje, a naročito smeđe boje imali su niske vrijednosti za odnos šećera i nikotina iz čega se može zaključiti da su to grubi i nesadržajni duhani. Opadanje vrijednosti tog indeksa ispod optimalne razine posebno je istaknuto kod pogoršanja kvalitete tkiva. Tako je npr. odnos šećera i nikotina kod duhana prvog stupnja kvalitete tkiva u prosjeku 14.63, a kod najlošije ocijenjenih duhana iznosi svega 3.94, ili preko tri puta manje.

Odnosi među elementima kvalitete i korelacijske vrijednosti

Kad smo uspoređivali međusobno sva tri pokazatelja kvalitete sa sadržajem kemijskih spojeva, utvrdili smo da postoji manja ili veća povezanost između pojedinih parametara (tablice 1-3). Na temelju tih analiza utvrđeno je da na sadržaj nikotina najviše utječe položaj lista na stabljici, potom stupanj kvalitete tkiva i na kraju boja. Sadržaj ukupnog dušika bio je približno jednako vezan za boju i kvalitetu tkiva, a nešto manje za položaj lista na stabljici. Naime, kod promjene boje i stupnja kvalitete tkiva jasno se vide i adekvatne promjene sadržaja ukupnog dušika, dok se to manje može reći za promjenu insercije. Slični odnosi nađeni su i za sadržaj bjelančevina. Na sadržaj šećera najviše utječu osobine tkiva, zatim boja, a najmanje je ova komponenta vezana za položaj lista na stabljici.

U programu novog sustava procjene predložen je indeks relativne vrijednosti za svaku kvalitetnu skupinu, od 100 za najkvalitetniji duhan (srednji list narančaste boje i

prve kvalitete tkiva), do najnižeg indeksa 5 za najlošiji duhan. Prema tome, što je duhan kvalitetniji, odnosno što mu je veća upotrebna vrijednost, viša je i vrijednost njegovog indeksa. Na talici 4. prikazane su korelacijske vrijednosti za odnose nekih kemijskih komponenata s indeksom relativne vrijednosti. Ako indeks relativne vrijednosti prihvatimo kao izraz kvalitativne vrijednosti duhana, onda se na temelju dobivenih pokazatelja mogu uspoređivati međusobni odnosi vizualnih i kemijskih parametara.

Prema našim rezultatima sadržaj ukupnog dušika i bjelančevina u negativnom je odnosu s kvalitetom duhana, a koeficijent korelacije visoko je signifikantan, $r = -0.761$, odnosno $r = -0.867$. Koeficijent korelacije između indeksa relativne vrijednosti i nikotina i pepela također je negativan, ali nije signifikantan, što je u skladu s nekim ranijim istraživanjima (Gaines et al. 1983).

S druge strane, sadržaj šećera u pozitivnoj je korelaciji s kvalitetom. Koeficijent korelacije za ove parametre je pozitivan i visoko signifikantan i iznosi $r = 0.839$.

U međusobnim odnosima pojedinih kemijskih komponenata nađena je visoka signifikantnost koeficijenta korelacije između ukupnog dušika i bjelančevina u pozitivnom smislu, te između šećera i ukupnog dušika kao i šećera i pepela u negativnom smislu (tablica 4).

ZAKLJUČCI

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da postoje uske veze između vizualnih pokazatelja kvalitete i nekih komponenata kemijskog kompleksa duhana.

S višim položajem lista na stabljici raste sadržaj nikotina i ostalih dušičnih supstanci, opada sadržaj pepela, a sadržaj šećera raste do sredine stabljike i zatim ponovo opada.

Boja suhog duhana povezana je s odgovarajućim sadržajem kemijskih komponenata. Duhan tamnih i zelenih nijansi imao je više dušičnih tvari i manje šećera, a duhan svijetlih nijansi više šećera, a manje dušičnih tvari.

S nižim stupnjem kvalitete tkiva raste sadržaj nikotina, dušika, bjelančevina i pepela, a radikalno opada sadržaj šećera.

Promjena sadržaja nikotina najviše je bila vezana s položajem lista na stabljici, sadržaj dušičnih tvari

približno jednako ovisi o kvaliteti tkiva i boji, a sadržaj šećera najviše je povezan s promjenom kvalitete tkiva i s bojom.

Indeks relativne vrijednosti, kao mjera kvalitete duhana, u pozitivnoj je korelaciji sa sadržajem šećera, a u negativnoj sa sadržajem dušičnih tvari. Nikotin i pepeo su također u negativnoj korelaciji s kvalitetom, ali vrijednosti nisu statistički značajne.

LITERATURA

- Beljo, J., Bajtek, M., Vuletić, N. 1995. Utjecaj količine i rasporeda oborina na sadržaj nikotina i prinos duhana tipa berlej u uvjetima sjeverne Hrvatske. *Agronomski glasnik*, 1-2:3-11.
- Bowman, D.T., Weeks, W.W., Wilkinson, C.A. 1991. Stability of alkaloid production in flue-cured tobacco. *Crop Science* 31:1121-1224.
- Bridges, T.C., Walton, L.R., Casada, J.N. 1993. Assessing the quality of burley tobacco. Part 1. Grade index and associate factors. *Tobacco Sci.* 38:38-41.
- Court, W.A., Binns, M.R., Hendel, J.G. 1987. Chemical composition of representative grades of Ontario flue-cured tobacco. *Can. J. Plant Sci.* 67: 1203-1219.
- Elliot, J.M., Birch, E.C. 1958. Chemical composition of various commercial grades of Canadian flue-cured tobacco. *Can. J. Plant Sci.* 38:73-80.
- Fawky, A. 1970. Can tobacco quality be measured. Lockwood Publ. Co Inc. New York.
- Gaines, T.T., Csinos, A.S., Stephenson, M.G. 1983. Grade index and yield correlations with chemical quality characteristics of flue-cured tobacco. *Tobacco Sci.* 27:101-105.
- KaleidaGraph Macintosh: Data Analysis and Graphic presentation for Business
Science and Eng. Version: 2.1.1. 1991 by Adelbeck Software.
- Srivastava, R.P. 1986. Quality of cigar filler tobacco II. Correlation studies on some chemical and physical quality parameters. *Indian Tob. Journal* 18(1):3-8.
- Terrill, T.R., Bokelman, G.H., Ryan, W.S., Sun, H.H. 1985. Influence of genetic and cultural factors on chemical and physical properties of tobacco. *Agronomic measurements. Tob. Sci.* 29:40-43.
- Tso, T.C. 1972. *Physiology and Biochemistry of Tobacco Plant*. Dowden, Hutchinson and Ross Publ., Strandbury, PA.
- Tso, T.C. 1990. *Production, Physiology and Biochemistry of Tobacco Plant*. IDEALS Beltsville; MD.